УПРАВЉАЊЕ ПУТЕВИМА

- ✓ организација, координација и контрола свих активности и мера, путем установљеног документованог поступка, које могу да утичу на трошкове путева, а самим тим и на трајност и функционалност путева
- ✓ изградња нових путева и одржавање постојећих путних мрежа захтева велики део финансијских средстава
- ✓ већи је део укупних средстава који се користе у путевима, а односе се на трошкове учесника у саобраћају (корисника путева) у оквиру трошкова експлоатације и трошкова амортизације возила
- ✓ примарни циљ управљања је да се оствари највећа могућа корист од расположивих средстава и прикупљених информација и да се омогући сигуран, удобан и економичан превоз друмским саобраћајницама

Управљачки циклус

- путеви су трајно јавно добро, чија се функција, по правилу, не мења током времена, већ се обављају унапређења или обнове конструкције ради повећања или одржања нивоа услуге која се пружа корисницима
- примарни циљ се остварује усклађивањем међусобно зависних појединачних елемената система за управљање путевима
- анализа информација и контрола средстава са којима треба да се постигне унапред изабрани ниво услуге постижу се кроз низ међусобно повезаних активности, при чему може доћи до међусобног преклапања у одређеној мери, али никако прескакања или изостављања

- ✓ активности:

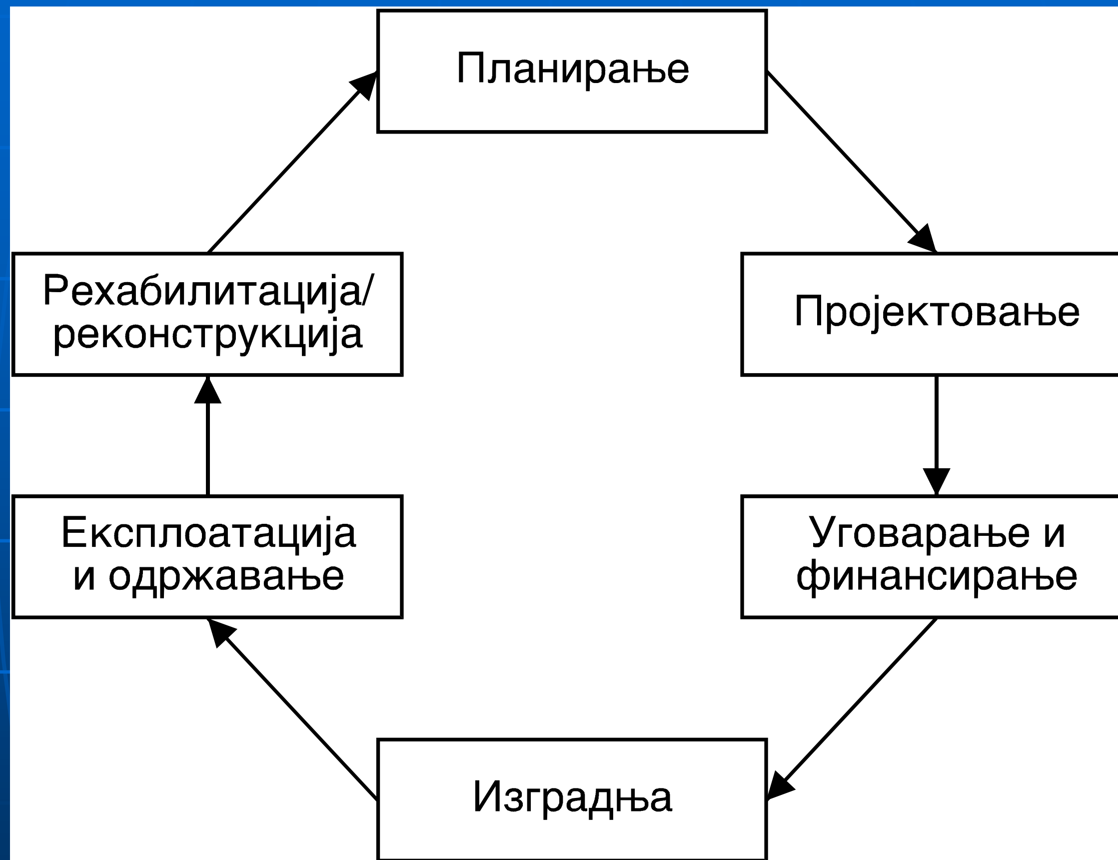
  планирање потребних радова

  финансирање планираних радова

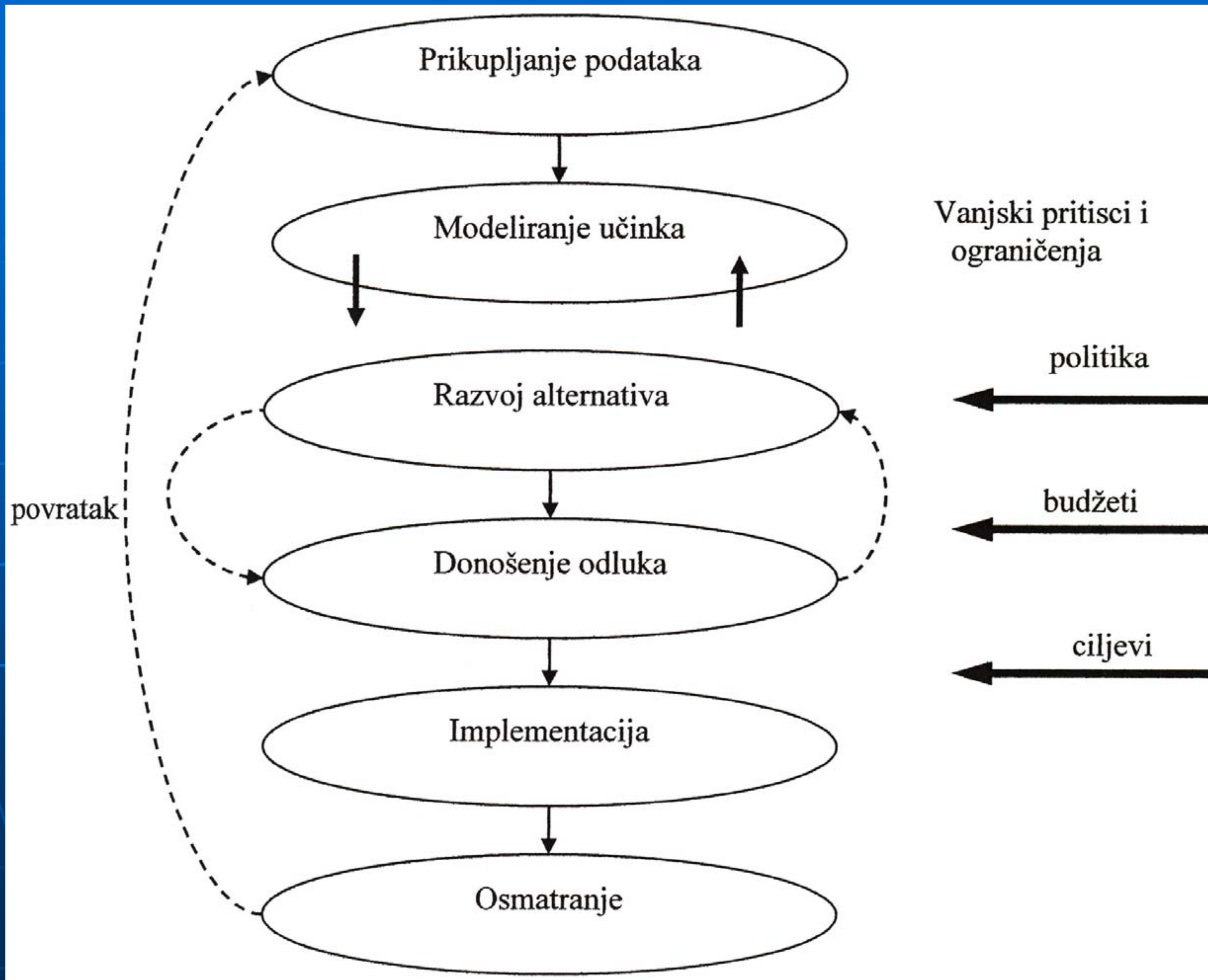
  програмирање редоследа извршења да би се реализовали услови финансирања

  извештавање о побољшањима и употребљеним средствима

  вредновање побољшања у односу на циљеве радова
- ✓ планирање, пројектовање, изградња, експлоатација и одржавање су најопштије функције система управљања путевима које у себи садрже многобројне подсистеме са веома разнородним процесима
- ✓ где, када, шта и како радити да би се са расположивим буџетом постигао најповољнији учинак у односу на кориснике путева



Фазе животног циклуса пута



Основне компоненте управљања путевима

Организација и системи управљања

- инжењер Трезеге (L.M.J. Tresaquet), генерални инспектор путева у Француској (почетак 1775. године), сматра се првим модерним путним инжењером и оснивачем система за управљање у путевима
- установио је потребу континуалног одржавања путева која би се заснивала на професионалном утврђивању потреба, пошто се од скупих поступака обраде и уграђивања камена у бескрајно трајне коловозне конструкције прешло на јефтинија решења, али ограниченог века трајања
- после другог светског рата формулишу се прве модерне концепције система за управљање изграђених путних мрежа

- ✓ у земљама северне Америке и Канаде (око 1970. године) систем за управљање је еволуирао до независне техничке дисциплине: дефинисан је као организован процес доношења одлука којима се обезбеђује пуна ефикасност изграђених деоница путне мреже, претходним утврђивањем њиховог стања и избором одговарајућих мера за евентуално побољшање; примена је, у то време, била концентрисана само на поједине деонице
- ✓ око 1975. године узимају се у обзир резултати оцењивања стања целокупних путних мрежа, укључујући и безбедност коју оне пружају, а потом се прелази на решавање финансијских питања, оцену трошкова корисника и друштвене добити; истраживања се проширују на развој модела за доношење одлука управљања

- у ’80-им годинама прошлог века, системи за управљање се користе најмодернијом опремом и техником обраде података и информација и најразвијенијом техником за прикупљање истих
- првобитни концепти нису се битно изменили, нити у погледу обима, нити у погледу систематичности појединих процеса
- услед сталног напретка променио се и мења се обим, прецизност, тачност и поузданост појединих елемената система
- изазов садашњег напретка је уочавање потребе најширег коришћења система и активирање свих предности које они доносе својим корисницима

- ✓ организација управљања

  структура организација за управљање путевима се формира у складу са друштвено-политичким окружењем

  више карактеристичних модела организационе структуре управљања путевима

  без обзира на правно-политички систем земље, слична структура организација које се брину о путевима, на чијем челу стоји министар за саобраћај или сл, зависно од расподеле ресора

  слични организациони елементи: Министарство, Централна управа за путеве (дирекција, управа, агенција, фонд и сл), Регионалне управе, систем за образовање кадрова, консултантске организације и путно-грађевинска оператива

- уобичајено је да у оквиру централне (и регионалне) управе постоје одељења (одсеци или сл) за: планирање и развој путне мреже, управљање буџетом-финансијама, управљање изградњом, планирање и организацију заштите и одржавања, управљање и безбедност саобраћаја, аутопутеве, истраживање и развој нових технологија и остале намене
- терминологија, расподела активности и надлежности, структура организација за управљање путевима, начин финансирања и др. знатно варирају од земље до земље, а нарочито се јављају велике разлике у нивоима централизације и структури целокупног система
- подела активности и надлежности првенствено зависи од величине путне мреже, кадрова оспособљених за рад и расположиве опреме за аутоматизовано прикупљање података

Опште важећа правила која се тичу добре организације управљања:

- јасно дефинисан процес одлучивања без могућности паралелизма
- успостављен принцип хијерархије одговорности
- ограничење од превелике одговорности
- способност брзог реаговања на управљачка дејства
- погодна и практична контрола
- могућност унапређења организације
- непрекидно праћење управљачких дејстава на начин да се могу препознати битни утицаји окружења и последице појединих активности

систем управљања се мора посматрати према нивоима хијерархије и на сваком нивоу тражити маневарски простор за дејства у циљу побољшања функционисања

основна претпоставка постојања управљачких акција је могућност избора, односно способност за идентификацију и оцену алтернативних стратегија (где нема избора, нема и не може бити управљања)

развој политике управљања путевима је континуалан и динамичан процес, који се у току свог извршења може мењати и прилагођавати насталим ситуацијама

- ✓ системи управљања

техно-економски модел који ће у оквиру шире друштвене заједнице бити способан да дугорочно процењује и димензионише све, често контрадикторне, захтеве појединих субјеката на путној мрежи, оних који путевима управљају са ограниченим финансијским средствима, оних који путеве користе и са правом од њих очекују обезбеђење потребних услова безбедности и удобности и шире друштвене заједнице, са својим циљевима очувања уложеног капитала и смањења трошкова њиховог коришћења

почетне амбиције система за управљање у области путева: обезбедити потпуну контролу свих активности, укључујући чак и оне које претходе грађењу нових путева и само грађење

такав систем би морао бити толико комплексан и сложен, да би представљао супротност својој дефиницији

у данашњој пракси углавном постоје само независно развијани системи управљања у појединим областима путарских активности

- информациони системи у одржавању путева

подаци о тренутном стању и условима у којима се налазе коловозне конструкције и путна мрежа у целини

засновани су на прегледима мреже и сакупљању података

подаци се репродукују у облику различитих извештаја намењених службама за одржавање које врше избор деоница на којима треба интервенисати

примена модела је веома успешна у активностима редовног одржавања и у случајевима фиксиране величине финансијских средстава

- системи за управљање одржавањем

осим података о стању мреже и коловозних конструкција, садрже и стандардне унапред дефинисане одлуке и послове, у функцији изабраних техничких мера, прилагођених различитим типовима стања

одређивање приоритета по врстама система:

- практична ограничења средстава, особља, материјала и других ресурса

- унапред прописана правила одређена на темељу техничких и финансијских критеријума

разлика и по узимању у обзир различитих техничких мера одржавања

рачуна се само са постојећим стањем разултата прегледа и оцене стања

за ефикасну идентификацију и планирање већих потреба путне мреже, неопходно је да се потребе за извођењем радова идентификују пре критичног стања на деоницама и при томе оцени и будуће стање у условима одлагања или извођења радова

- системи за управљање коловозима, мостовима и тунелима

најразвијенији системи у области путева

имају у својој основи велике потребе за инвестицијама и радовима одржавања, рехабилитације и реконструкције у средњорочним и дугорочним планским периодима

поседују све информације о путној мрежи (од катастра путева и коловозних конструкција, саобраћајног оптерећења, степена оштећења путева и површинских карактеристика коловоза до историје грађења и претходних финансијских улагања)

један од начина одлучивања спроводи се на темељу модела за одлучивање, добијених једноставним поређењем запаженог, постојећег стања и унапред прописаних стандарда

- развијенији системи укључују и процену будућег понашања на теоретским основама произашлих из досадашњих истраживања и метода вероватноће (принцип динамичког третирања пута као грађевинске конструкције, а применом различитих метода вероватноће предвиђа се степен оштећења пута, потребни радови и одговарајућа средства)
- избор приоритета се може заснивати на техничким критеријумима (у односу на стање коловоза и одговарајући ризик његовог појављивања) или на основним критеријумима помоћу којих се могу узети у обзир сви трошкови као последица примене неких алтернативних мера или стратегија
- већина система одређује приоритете по економским анализама и оцени испуњености циљева инвестирања, док најразвијенији системи оптимизирају и време извршења радова

- општи системи за управљање у области путева

требало би да садрже у себи све појединачне системе управљања појединим елементарним активностима у целокупној области путева

досадашња пракса развила је за сваку ову делатност посебан систем прикупљања података и посебне моделе одлучивања

координација свих активности

темељ: заједничка, општа база података

још увек не постоје у пракси

Нивои одговорности и одлучивања

- највећи број активности и доношења одлука се одвија на два различита административна нивоа: ниво путне мреже и ниво пројекта



Нивои одговорности и одлучивања

- ниво мреже

одлуке се темеље на збирним информацијама са комплетне путне мреже

доношење путне политике и стратегија

надлежности највиших инстанци

анализе: идентификација и оцена постојећег стања путне мреже, оцена будућих промена стања заснованих на карактеристикама коловозне конструкције, величини саобраћајног оптерећења, трошкова корисника и осталих фактора, утврђивање потреба мреже у дугорочном и краткорочном периоду, односно предлагање пројеката развоја или побољшања, утврђивање приоритета између предложених пројеката на основу расположивих финанасијских средстава, предвиђање утицаја планираних алтернативних радова, финансирање потреба мреже, предвиђање потребних средстава за финансирање програмираних радова

резултати анализа имају највиши значај за политичке и административне органе управљања

- ниво пројекта

детаљне техничке информације

анализе: утврђивање оправданости и приоритета за извођење радова одржавања, рехабилитације или реконструкције на темељу критеријума или низа стандарда, оцењивање свих разлога запаженог стања и утврђивање битних параметара за пројектовање алтернативних решења одржавања или рехабилитације, утврђивање добити или губитака од примене основних и алтернативних мера, процена трошкова за различите методе или материјале који ће се примењивати, пројектовање основног и алтернативних решења, избор оптималне варијанте са анализом века трајања и трошкова

утврђивање будуће промене показатеља стања у функцији примене различитих алтернатива

информације морају бити квалитетне, високе тачности, број им је ограничен, а прикупљање захтева значајна финансијска средства

- корисници система за управљање

три основне групе/нивоа корисника: изборно-политички, административно-управљачки, технички

битна одлика сваког система управљања је задовољење различитих категорија и врста захтева и потреба, значајно различитих за сваки ниво корисника

квалитет система се огледа у унифицирању различитих језика и процедура корисника чинећи све одлуке управљања кохерентним и хомогеним

структуре	очекивања
изборно-политичке	потврде постављених захтева за финансијским средствима за извођење програма радова
	познавање тренутних и будућих стања коловозних конструкција на путној мрежи
	ефекти минималног улагања финансијских средстава у програме одржавања и рехабилитације
	ефекти одлагања радова одржавања и рехабилитације или последице снижавања стандарда квалитета путне мреже
	ефекти унапређења и развоја путне мреже
административно-управљачке	објективно одређивање приоритета за коришћење одобрених финансијских средстава
	објективно сумирани закључци о постојећем стању путне мреже
	предвиђање будућег стања путне мреже
	квантификација ефеката одлагања радова одржавања и рехабилитације или последице смањења стандарда квалитета путне мреже
техничке	информације и подаци о путној мрежи у бази података
	методе за квантификацију стања коловозних конструкција
	техничке могућности и методе за утврђивање приоритета и спровођење поступака оптимизације

способност одговора на сва питања систем за управљање обезбеђује тиме што све своје анализе и одговоре, без обзира ком кориснику су намењени, доноси на темељу објективних информација и података добијених одговарајућим техничким методама и поступцима

добијајући тражене одговоре, доносиоци одлука и корисници добијају и представе о последицама сваког избора, што им омогућава евентуално другачије, заједничко деловање у функцији њихових усмерења или ограничења, која су дужни да поштују

Финансирање

- основни извори прихода за инвестирање у путну мрежу:

  таксе на погонско гориво моторних возила (БиХ: око 27 % 1991, око 6 % 2005, од малопродајне цене)

  таксе за коришћење путева (регистрација)
- остали могући извори прихода:

  накнаде за коришћење путног земљишта

  накнаде за ванредне превозе

  кредити међународних финансијских институција

  приватна улагања

  донације

  кредити пословних банака

- реализација прихода

  буџет државе

  директан приход агенције за путеве

  кредити
- приходи никада нису довољни да се покрију све потребе путне мреже (редовно одржавање, превентивно и корективно одржавање, рехабилитације и реконструкције, новоградња)
- коришћење прихода

  - редовно одржавање (превентивно и корективно одржавање, рехабилитације и реконструкције у мањој мери): таксе на погонско гориво моторних возила, таксе за коришћење путева, накнаде за коришћење путног земљишта, накнаде за ванредне превозе

- превентивно и корективно одржавање, рехабилитације и реконструкције: кредити међународних финансијских институција, донације, кредити пословних банака

- новоградња: кредити међународних финансијских институција, приватна улагања, донације, кредити пословних банака

- ✓ формирање финансијског плана агенције за путеве

одређивање потреба на основу података о стању путне мреже и анализе трошкова у неколико последњих година (1-5 година), са урачунавањем промењених услова (инфлација, промене у инвентару путева, амортизација путева и путне опреме...)

усклађивање са планираним годишњим приходима

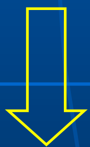
приоритет: редовно одржавање постојеће мреже

- ✓ реализација финансијског плана

  велика зависност од нивоа и динамике прилива средстава

  ребаланс буџета → ребаланс плана (?)

  311дуговања извођачима (дуг агенције за путеве, јавни дуг)



стање путева: добро, задовољавајуће, лоше, веома лоше

База података о путевима

- потребе за подацима се могу поделити у две класе: подаци за извршење текућих програма и подаци за подршку управљачких одлука
- обим података, ниво поузданости и прецизности и фреквенција ажурирања су главне одреднице функционисања и коштања информационог система о путевима (база података)
- балансирати природну потребу за складиштењем сваког делића податка са размишљањем да повећање количине података који се прикупљају повећава цену прикупљања, време и коштање обраде, складиштења и анализе података

- ✓ критеријуми за избор врсте података који ће се складиштити:

  важност података (препознатљив, материјални утицај на исход или резултат апликација за које се податак често користи)

  тачност података (ради осигурање јединствености података у времену и између локација)

  доступност података (финансијски и људски ресурси потребни за одржавање и ажурирање података)

  подесност (тренутне потребе и ресурси, подаци треба адекватно да описују све исходе који су од интереса)

- ✓ осим лаког приступа и манипулисања подацима мора да се обезбеди и квалитет у погледу:

  веродостојности података (вредност у погледу представљања одређене појаве)

  интегритета података при промени вредности податка (промена се врши симултано на свим местима где је потребно)

  независности података (раздвајање апликација од података, изведени подаци се не чувају у бази већ се формирају процедуре које их срачунавају на основу елементарних података)

  безбедности података (контрола приступа подацима уз помоћ система лозинки или додељивања различитих права приступа појединцима или групама)

- садржај базе података о путевима

  - инвентар путне мреже (локација и функција мреже, геометрија, структура коловоза, објекти, саобраћајна сигнализација, опрема пута, околина; везе се остварују путем идентификације деонице, чвора, стационаже)

  - саобраћај (обим и структура саобраћаја, временска расподела, осовинска оптерећења; везе се остварују преко идентификације деонице)

  - удеси (врста и класификација удеса и повреда, материјална штета, услови локације; везе се остварују преко идентификације деонице и стационаже)

  - одржавање (поправке коловоза и елемената пута, одржавање објеката; везе се остварују путем идентификације деонице, чвора, стационаже)

- стање путне мреже (коловоз, елементи пута, сигнализација, орема пута; везе се остварују преко идентификације деонице, чвора, стационаже)

- стање објеката (инвентар, редовни и ванредни прегледи; везе се остварују преко идентификације деонице и стационаже)

- трошкови (флота возила, трошкови експлоатације возила, трошкови транспорта, јединичне и укупне цене)

- пројекти (историја инвестиција; везе се остварују преко идентификације деонице)

- финансије (приходи, расходи, буџет)

...

Оцена стања

- најважнији податак од кога зависи управљање путевима, односно коловозима, као највреднијим делом путне конструкције, је стање коловоза
- основни параметри: оштећеност, равност/неравност, носивост, отпорност на клизање
- оцена оштећености

  - пукотине (подужне, попречне, дијагоналне, угаоне, D, мрежасте, блоковске, клизајуће, рефлектујуће, оштећења испуне спојница)

  - неравнине (пумпање, слегање, колотрази, набори, улегнућа, бубрење)

  - ломови (ударне рупе, љуспање, крњење спојница, крњење углова, издизање, дробљење плоча)

- губитак отпорности на трење (глачање агрегата, запрљаност, излучевине)

све појаве се региструју као линијске или површинске и према интензитету

аутоматско или мануелно снимање у покрету и обрада записа

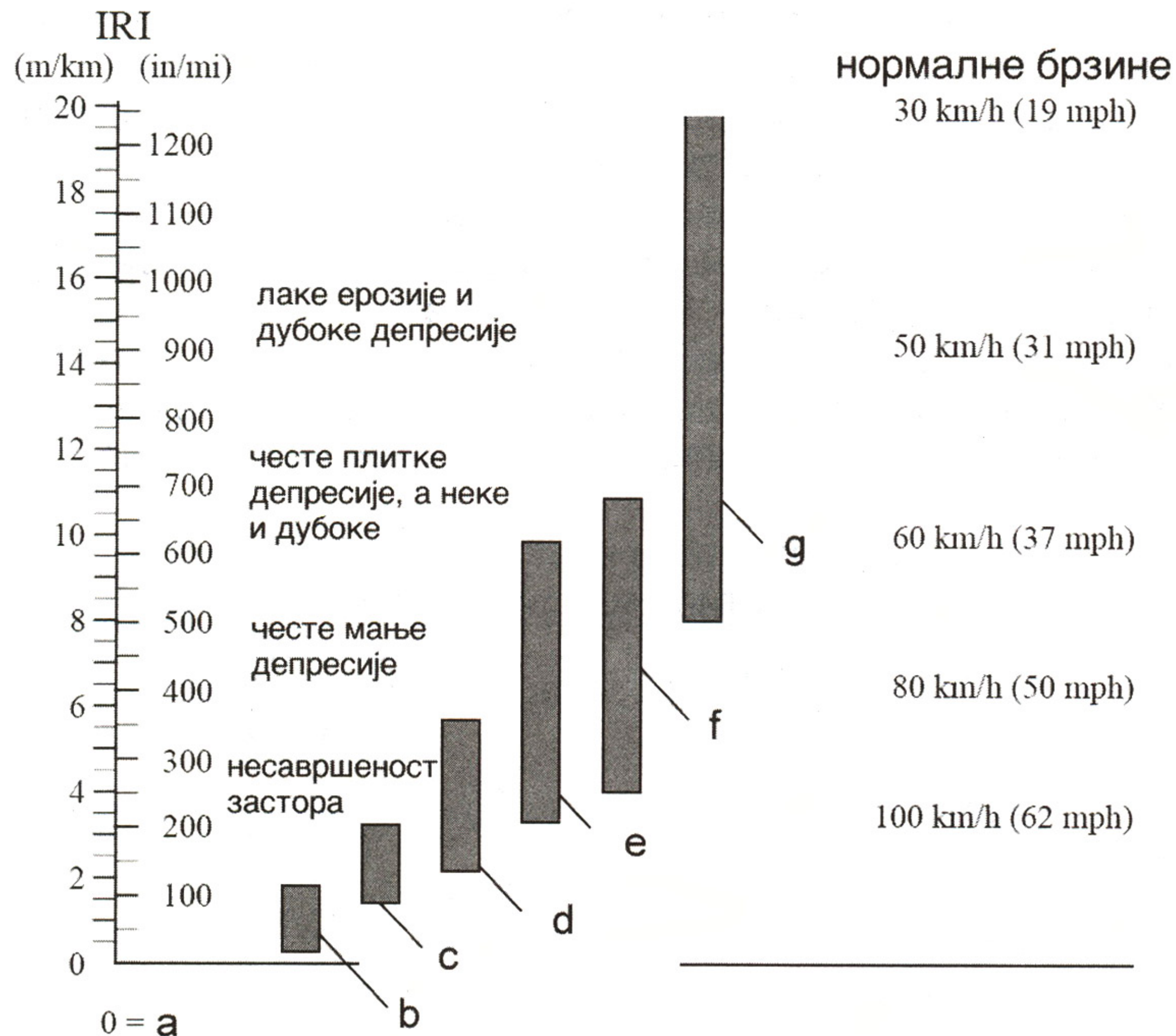
✓ оцена равности

равност је одступање површине застора од пројектованих кота коловоза

два принципа рада:

- реакција на неравнине (бележи се динамичко понашање механичког система у вожњи при константној брзини, резултат су акумулирани угиби система на деоници IRI=угиб/дужина [m/km])

- регистрација стварних профила



Оријентационе вредности IRI
према врстама оштећења и брзинама вожње

IRI (International Roughness Index) је показатељ стања коловоза који утиче на комфорност вожње, експлоатационе трошкове возила и безбедност

на укупну равност утичу: конструктивне деформације коловоза, пукотине, колотрази, рупе, околина (температура и влажност)

- ✓ оцена носивости

утврђује се лабораторијским и теренским истраживањима

лабораторија: чврстоћа материјала (модул крутости-еластичности, чврстоћа на затезање при савијању, отпорност на замор, Poisson-ов коефицијент)

терен: крутост коловоза (однос оптерећења и одговарајућег еластичног угиба)

мерење угиба: статичка, динамичка, ударна и сеизмичка техника

- најзаступљенији и најмодернији уређај за мерење угиба је дефлектометар са падајућим теретом FWD (Falling Weight Deflectometer)
- резултати се обрађују статистички одређивањем хомогених деоница и карактеристичних угиба
- саобраћајно оптерећење, температура коловоза, меродавни максимални угиб → модул постељице, ефективни модул коловозне конструкције, ефективна носивост, димензионисање ојачања



Дефлектометар са падајућим теретом

- ✓ оцена отпорности на клизање

  храпавост коловозне површине представља способност застора да се инерцијалним силама возила супротставi својим реактивним силама трења и омогући контролисано кретање возила (сила на ободу точка који је претходно укочен и почиње да клиза по застору)

  оцењује се мерењем коефицијента трења као однос између силе која делује у равни контакта и нормалног оптерећења које се преноси са точка на коловоз

  поступак мерења:

  - фиксни уређаји (клатно баждарено на трење)

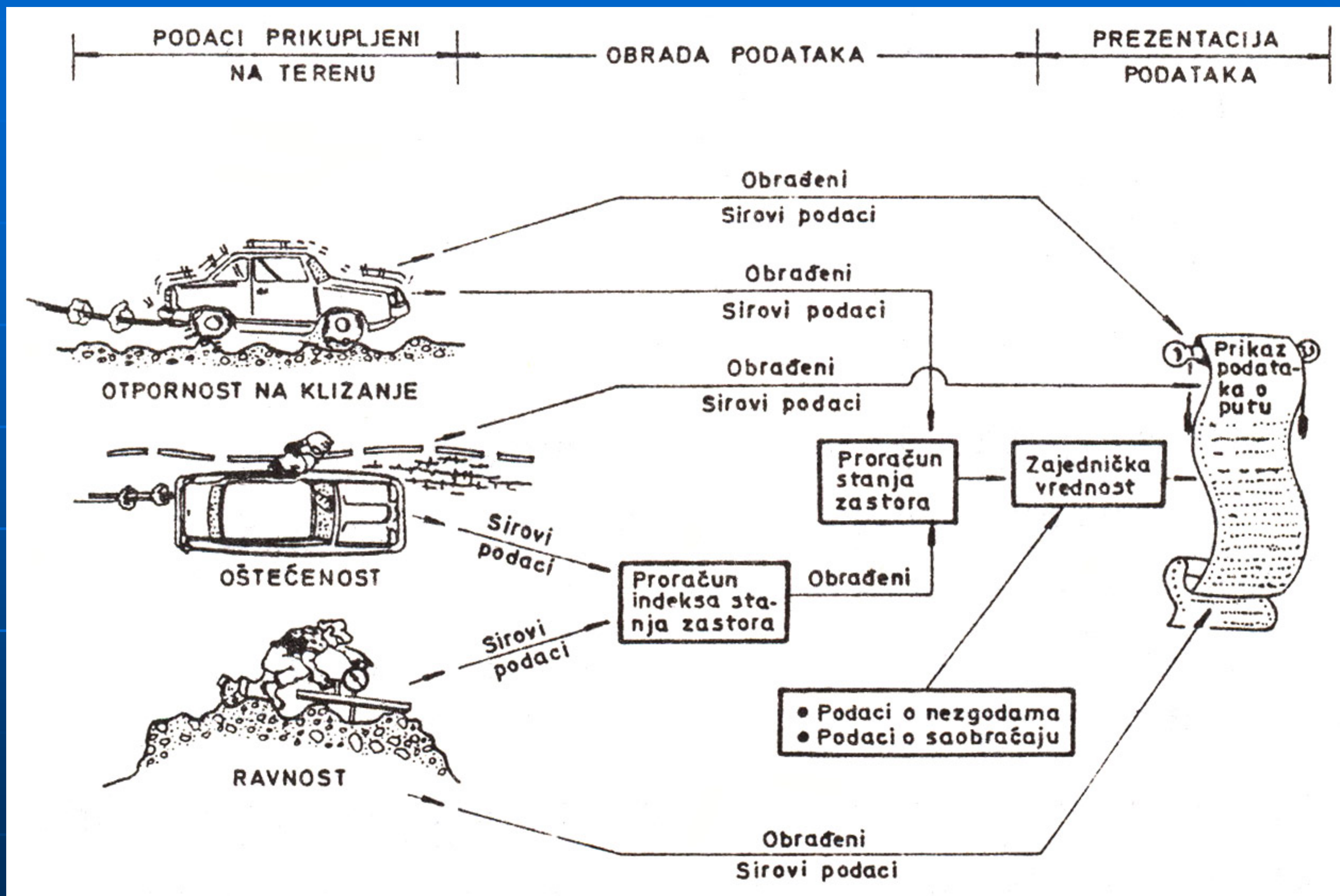
  - покретни уређаји монтирани на возилу (коси точак, слободан, делимично блокиран и блокиран точак)

- ✓ оцена стања коловоза

  анализа и синтеза свих расположивих података са циљем прогнозе будућег стања коловоза и одређивања нивоа потребних улагања, планирања и програмирања

  показатељи стања коловоза се заснивају на обради конструктивних карактеристика, безбедности, века трајања и вредности

  показатељи: индекс стања коловоза (PCI-Pavement Condition Index), индекс удобности вожње (RCI-Riding Comfort Index), оцена стања коловоза (PCR-Pavement Condition Rating)...



Основни показатељи стања коловоза

Модели планирања и програмирања

- бројни модели у свету развијани за опште и специфичне потребе, са различитим нивоима развоја и коришћења
- за већину је карактеристично да представљају процедуру којом доносиоци одлука на различитим нивоима одлучивања рационализују свој избор управљачких мера и техничких активности у које су укључене све активности планирања и програмирања инвестиција у изграђену мрежу чији је избор заснован на оцени стања путне мреже
- рационалан избор јединствене путне политике и познавање последица учињеног избора у сваком тренутку

- ✓ HDM IV (Highway Development and Management Model)

  најпознатији рачунарски програм којим је обухваћен систем за анализу управљања путевима и инвестиционих алтернатива (оријентација на земље које примају кредите Светске банке)

  аутори: TRRL-Transport and Road Research Laboratory, LCPC-Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, MIT-Massachusetts Institute of Technology

  покровитељи: WB-World Bank, PIARC-Permanent International Association of Road Congresses

  дистрибуција: PIARC

  обухваћене фазе управљања: планирање (анализа путне мреже у целини), програмирање (програм активности по деоницама и годинама) и припрема (детаљна припрема пројекта)

врсте анализе:

- стратешка анализа-планирање (средња до дугорочна анализа према обиму саобраћаја, типовима застора, стању застора, природној средини или климатским зонама, функционалној класификацији; ниво мреже)
- програмска анализа-програмирање (једно или вишегодишња анализа са или без буџетских ограничења и формирање листе приоритета; ниво мреже са идентификацијом појединачних деоница)
- пројектна анализа-припрема (процена једног или више пројеката пута или инвестиционих опција са анализом третмана за одређени део пута; ниво појединачне деонице)

резултат је економско рангирање алтернатива у односу на EIRR, NPV, NPV/cost

аналитички оквир је заснован на концепту анализе животног века коловоза (15-40 година)

- предвиђање пропадања путева (развој оштећења од утицаја саобраћајног оптерећења, локалне климе, система за одводњавање)

- предвиђање утицаја радова на путу на стање коловоза

- предвиђање утицаја на кориснике путева (трошкови експлоатације, путовања и удеса)

- предвиђање друштвено-економских и ефеката на животну средину (искоришћење енергије, користи по становништво, емисије гасова, бука)

Елементи модела:

- подаци за обраду

подаци о мрежи-физичке карактеристике делова пута унутар мреже или дела мреже

подаци о возном парку-карактеристике возног парка који користи мрежу путева

радови на путу-стандарди одржавања и побољшања и јединични трошкови који се примењују на различите делове пута

HDM конфигурација-дефиниција података која се користи у примени и прилагођавање локалним условима

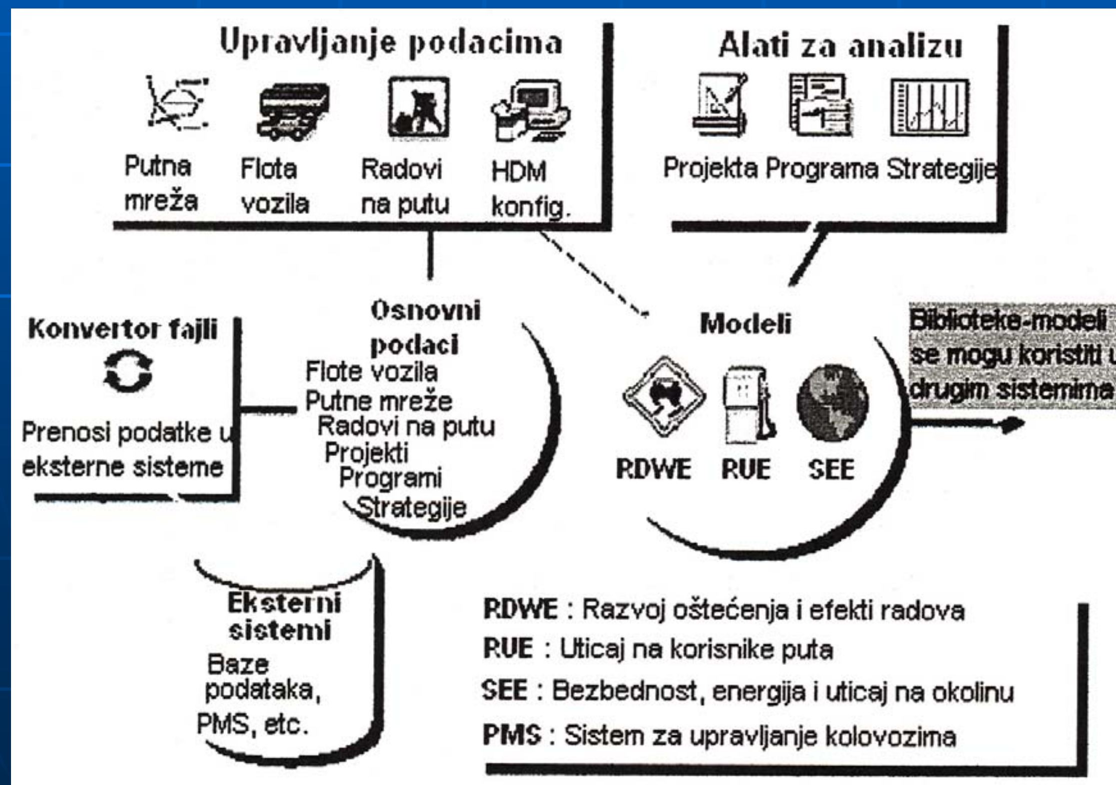
- модели

RD (Road Deterioration)-предвиђање пропадање флексибилних и крутих коловозних конструкција и путева без застора

WE (Works Effects)-симулација ефеката радова примењених на постојеће стање коловоза и одређивање одговарајућих трошкова

RUE (Road User Effects)-симулација трошкова рада возила, саобраћајних удеса и времена путовања

SEE (Social and Environmental Effects)-симулација ефеката емисије возила и искоришћење енергије



Архитектура система HDM IV

поступак:

за сваку деоницу пута, годину за годином у оквиру периода анализе, модел симулира стање пута и средства која се користе за сваку од омогућених алтернатива одржавања (редовно одржавање и алтернативе које се реализују према задатим условима)

за кориснике путева се одређују брзине и време путовања и ресурси који се користе у раду возила

након процене физичких величина које се користе при радовима на путу и за рад возила, примењују се одговарајуће јединичне цене да би се утврдили финансијски и економски трошкови

срачунава се релативна корист/добит за различите алтернативе одржавања